Aus dem Auguste-Viktoria-Krankenhaus, Berlin-Schöneberg
(Direktor: Prof. Dr. O. Stahl)

Ueber Zellstoffwatte

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des

Medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Kurt Perlick
Berlin-Neukölln

Tag der Promotion: 9. Dezember 1940

Druck: Karl und Richard Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44

M 243

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz

Referent: Prof. Dr. Stahl

Korreferent: Prof. Dr. Sauerbruch

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Nachdem im Weltkriege dieErfahrungen gelehrt hatten, daß die Zellstoffwatte durchaus in der Lage war, die aus reiner Baumwolle bestehende Verbandwatte zu verdrängen, haben Industrie und Klinik weiter an der Vervollkommnung der Zellstoffwatte gearbeitet.

Die Verbandzellstoffwatte wird fast ausschließlich aus Fichtenholz hergestellt. Da die eigenen Waldbestände nicht ausreichen um den hierfür erforderlichen Bedarf zu decken, muß notwendigerweise Fichtenholz aus dem Auslande eingeführt werden. So wurden im Jahre 1938 von der deutschen Zellstoffpapier-Industrie 12 037 921 rm Fichtenholz verarbeitet. Davon wurden 753 558,3 rm aus dem Auslande eingeführt, d. h. 6,2 % des Bedarfes. Im Interesse des Vierjahresplanes und zum Zwecke der Devisenersparnis wurde angeregt, durch Verwendung inländischer Hölzer sich unabhängig von der Holzeinfuhr zu machen. Es liegt nichts näher, als Methoden zu suchen, welche die Herstellung von Zellulose unter Umgehung der Fichtenholzeinfuhr ermöglichen. Andererseits gilt es aber auch eine Zellstoffwatte herzustellen, welche die Forderungen, wie sie der Kliniker stellen muß, erfüllt, insbesondere für Verbandzwecke. Von einer guten Verbandwatte fordert man einen sicheren mechanischen Abschluß gegen Infektion und Verletzung, eine ungehinderte Ableitung der Sekretmengen. Ferner muß die Verbandwatte frei von Staub und anderen Unreinigkeiten sein, dazu weich, nachgiebig und zu Polsterzwecken geeignet. Ferner muß von der Verbandwatte gefordert werden, daß sie sterilisierfest ist, d. h. daß die vorgenannten Eigenschaften durch den Sterilisationsprozeß nicht allzusehr leiden. Die Baumwollwatte erfüllt zwar die meisten dieser Forderungen: sie gibt einen einwandfreien Wundabschluß, sie ist frei von Staub und Unreinheiten, sie ist weich und nachgiebig, sie ist sterilisierfest, aber ihr fehlt eine sehr wichtige Funktion: die Aufsau-

gungsfähigkeit. Gelinsky*) hat den Begriff der Saugfähigkeit folgendermaßen definiert: „Die Saugfähigkeit ist die Größe der jeweiligen kapillaren Saugkraft, d. h. das Aufsteigen der Flüssigkeit in den betreffenden Stoffen entgegen der Schwerkrafteinwirkung."

Gelinsky hat einwandfrei festgestellt, daß „die Baumwollwatte in diesem Sinne eine Saugfähigkeit überhaupt nicht besitzt. Sie nimmt zwar Flüssigkeit auf, soweit sie in die Flüssigkeit eintaucht, von der Höhe des Flüssigkeitsspiegels an nach oben bleibt sie aber vollkommen trocken". Bei der Zellstoffwatte liegen die Verhältnisse jedoch ganz anders. Während, wie Gelinsky festgestellt hat, „bei dem trockenen Baumwollmull der Strom innerhalb der Fäden fließt, also in einem Röhrensystem und getragen wird durch die kapillare Füllung im Faden, steigt der Strom bei der Zellstoffwatte in dem Fasergewirr der einzelnen Blättchen, hauptsächlich aber in den großen kapillären Flächenräumen auf, die sich durch Aneinandersaugen der einzelnen Blättchen zwischen diesen Blättchen bilden". Gelinsky fährt dann auf Grund seiner Untersuchungsergebnisse fort: „Die Eigenschaft der ausgezeichneten Saugfähigkeit, die die Leistung des Baumwollmulls noch weit übertrifft und die aus einem einfachen Wunddeck- und Polstermittel ein bedeutsames Wundheilmittel machte, hat die Zellstoffwatte an ihrem, durch die Not für sie freigewordenen Platze erhalten, auch nachdem diese Notwendigkeit nicht mehr bestand, trotzdem ihr die geschätzte, elastische Polsterwirkung der Baumwollwatte nahezu vollkommen fehlte." Die Baumwollwatte hat die bessere Polsterwirkung für sich, die Zellstoffwatte dagegen besitzt eine weit bessere Saugfähigkeit. Diese Eigenschaft war ja auch für die Ingebrauchnahme der Zellstoffwatte ausschlaggebend und ist es auch heute noch. Wir besitzen kein besseres Aufsaugmaterial als die Zellstoffwatte. Die anderen Eigenschaften, wie sie von einer Verbandwatte gefordert werden, sind der Zellstoffwatte ebenfalls eigen. So sichert sie neben einer hervorragenden Aufsaugung und Ableitung

*) Prof. Dr. E. Gelinsky: Die Zellstoffwatte (Zbl. f. Chir. 1938, Nr. 11).

der Wundsekrete einen guten mechanischen Wundabschluß, durch den Herstellungsgang gelingt es auch, die Zellstoffwatte wenigstens in ihrer hochgebleichten Form staubfrei zu erhalten. Daß die Zellstoffwatte weich, nachgiebig und für Polsterzwecke ausreichend geeignet ist, ist durch Verwendung zu Polsterverbänden erwiesen, vorausgesetzt, daß eine hinreichend dicke Schicht zur Anwendung gelangt.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist die Prüfung der letzten, für eine gute Verbandwatte geforderten Eigenschaft: die Sterilisierfestigkeit.

Die Industrie hat sich seit Jahren bemüht, die zusätzliche Einfuhr von Fichtenholz zwecks Herstellung von Zellstoffwatte einzuschränken, indem versucht wurde, die hochwertige Zellstoffmasse durch Zusatz von Holzschliff mengenmäßig zu strecken. Dieser Holzschliffzusatz bewirkt ein starkes Durchsetzen des Zellstoffes mit groben, unaufgeschlossenen Holzteilchen. Damit wird aber eine wichtige geforderte Eigenschaft nicht mehr erfüllt, nämlich die Staubreinheit. Solche Zellstoffwatten mit Holzschliffzusatz eignen sich nicht zu Verbandzwecken, auf keinen Fall aber zu Wundverbänden. Da nun aber verschiedene Zellstoffsorten unterschiedslos im Handel sind und auch in Gebrauch genommen werden, ohne daß die Güte der Zellstoffwatte vor Gebrauch geprüft wird, hat der Fachnormausschuß Krankenhaus (Fanok), um die Herstellung von Zellstoffwatte zu vereinheitlichen, im März 1931 eine Normung für Verbandwatten durchgeführt. Seinerzeit wurden als genormte Watten angegeben:

1. Die Verbandwatte, die als reine Baumwollwatte für die Wundbehandlung in engerem Sinne mit den zeitgemäßen Anforderungen an die Asepsis gebraucht werden sollte.

2. Die Zellstoffwatte, die als Zellulose gebleicht und mit 30 % Holzschliffzusatz für die allgemeine Chirurgie und ungebleicht ebenfalls mit 30 % Holzschliffzusatz für Polsterzwecke verwendet werden sollte.

Im Oktober 1937 wurde dann vom Fachnormausschuß eine sog. Umstellnorm eingeführt, in der die Verbandwatte, die bisher als reine Baumwollwatte erhältlich war, nur noch mit einem 50 %igem Zusatz von reiner Zellwolle gebraucht werden sollte.

Im Mai 1938 hat dann die Fachgruppe der Verbandmittelhersteller der Wirtschaftsgruppe Textilindustrie Aenderungsvorschläge eingebracht, die folgendermaßen formuliert wurden:

1. Wundwatte sollte nur noch aus reiner hochgebleichter Zellulose ohne jede Beimischung hergestellt werden.

2. Unterlagen- oder Vorlagewatten für Wochenbettpackungen sollten aus hochgebleichter Zellulose unter Zusatz von nicht über 30 % Holzschliff in den Handel gelangen. (Die Frage der Watten für Wochenbettpackungen ist inzwischen durch eine Verordnung neu geregelt, wonach die Wochenbettpackungen nur noch hochgebleichte Zellstoffwatte ohne Holzschliffzusatz enthalten sollen.

3. Polsterwatte sollte nur noch aus ungebleichter Zellulose ohne Beschränkung des Holzschliffzusatzes, jedoch frei von Abfällen und Verunreinigungen, hergestellt werden.

Nachträglich wurde dann noch vorgeschlagen, daß auch die Polsterwatten höchstens 30 % Holzschliffzusatz enthalten dürften. Diese Forderung war eine Folge von Mängeln, die sich nach der Sterilisation von Polsterwatten eingestellt hatten. Diese Mängel bestanden in einer ungenügenden Saugkraft, die aber für Polsterzwecke nicht von so immenser Wichtigkeit waren. Schlimmer war die Staubentwicklung bei Polsterverbänden mit sterilisierter Polsterwatte. Außerdem war die mit Holzschliffzusatz versehene Polsterwatte weniger haltbar, sah unansehnlich aus, und die Erfahrung hatte gelehrt, daß Polsterwatte mit einem höheren Holzschliffzusatz als 30 % einen Verlust an Elastizität erlitt.

Am 25. Oktober 1938 wurde in einer Sitzung des Fachnormausschusses Krankenhaus von der Industrie angeregt, Zellstoffwatte nur noch aus reiner Zellulose ohne Holzschliffbeimengung zu verwenden. Diese reine Zellstoffwatte sollte gebleicht und auch ungebleicht hergestellt zur Verwendung gelangen.

Wie schon angegeben, ist zur Herstellung von Zellulose Fichtenholz am besten geeignet, das aber z. T. eingeführt werden muß. Zwecks Devisenersparung und Ausnutzung der eigenen Buchenwaldbestände wurden Versuche unter-

nommen, durch Beigaben von Holzschliffen und durch Verwendung anderer Holzarten eine Zellulose zu gewinnenn, die ebenfalls allen Anforderungen, wie sie an Verbandwatten gestellt werden, zu entsprechen vermöchte. Die von der Industrie hergestellten Zellstoffarten wurden untersucht und besonders auf Saugfähigkeit und Sterilisierfestigkeit geprüft.

Für diese Versuche wurden von der Industrie zur Verfügung gestellt:

1. Reiner, d. h.. 100 %iger Fichtenholzzellstoff,
2. Fichtenholzzellstoff mit einem 30 %igen Holzschliffzusatz,
3. Fichtenholzzellstoff mit einem 50 %igen Zusatz von reinem Buchenholzzellstoff,
4. Reiner, d.. h. 100 %iger Buchenholzzellstoff.

Jede dieser Zellstoffarten wurde von 4 verschiedenen Zellstoffwerken in gebleichtem und ungebleichtem Zustande in großen Ballen geliefert. Aus diesen Ballen wurden etwa 100 g schwere Proben einem Sterilisationsprozeß unterworfen. Sterilisiert wurde in strömendem Wasserdampf unter Anwendung verschiedener Dampfspannungen. So wurden die Proben der Sterilisation unterworfen bei einer Dampfspannung von

0 atü entsprechend 100 °,
0,28 atü entsprechend 105 °,
0,5 atü entsprechend 110 °,
1 atü entsprechend 118—120 °.

Außerdem wurden die Proben nicht nur einer einmaligen Sterilisation unterworfen, sondern sie wurden unter den oben angegebenen Dampfspannungen 2mal, 5mal und 10mal sterilisiert. Die reine Sterilisationsdauer betrug 30 Minuten.

Die so sterilisierten Zellstoffwatten wurden nun zunächst auf Verunreinigungen bzw. Staubbeimengung und Gewebefestigkeit geprüft. Diese Prüfung erfolgte durch Klopfen auf die Zellstofflagen und durch Zerfasern. Dabei erhielt man das einheitliche Ergebnis, daß bereits bei den mit 30 % Holzschliff verschenen Zellstoffarten eine Zunahme der Staubentwicklung erfolgte, und zwar derart, daß, je öfter sterilisiert wurde und je stärker der Steri-

lisationsdruck bzw. die Hitzeanwendung im strömenden Dampf war, umso stärker auch die Staubentwicklung war. Nur die 100 %ige, also reine Fichtenholzzellstoffwatte war war ohne spätere Staubentwicklung sterilisierbar. Die Buchenholzzellstoffwatte war weder in 50 %iger noch in 100 %iger Zusammensetzung brauchbar, da neben der Staubentwicklung auch noch ein Zerfall des Materials deutlich erkennbar war. Gerade der sterilisierte Buchenholzzellstoff zerfaserte und zerfiel wie Zunder. Schon aus diesem Grunde läßt sich der sterilisierte Buchenholzzellstoff für Verbandzwecke nicht verwenden. Da aber auch für den mit 30 % Holzschliffzusatz versetzten Fichtenholzzellstoff eine Verwendung in sterilisiertem Zustande wegen der Staubentwicklung nicht möglich ist, muß also gefordert werden, daß zur sterilen Wundbehandlung nur der 100 %ige d. h. reine Fichtenholzzellstoff für die Herstellung von Zellstoffverbandwatte verwendet wird. Letzterer ist praktisch staubfrei, und seine Auflockerung und Zerfaserung nach mehrfacher Sterilisation hält sich in erträglichen Grenzen, so daß seine Haltbarkeit und Elastizität nicht wesentlich leiden.

Die Frage der Saugfähigkeit von sterilisiertem Zellstoff ist an und für sich schon geklärt. Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Saugfähigkeit des sterilisierten Zellstoffes abnimmt, und zwar je mehr, umso öfter sterilisiert wird und je höher die Temperatur während des Sterilisationsprozesses ist. Die bisher angewendeten Meßmethoden sind aber nicht genau genug und lassen einen den Wundverhältnissen entsprechenden Vergleich in Bezug auf die Saugwirkung nicht zu.

Bei der Bestimmung der Saugfähigkeit und Saugleistung wurden 2 Verfahren in Anwendung gebracht, die hier näher geschildert werden sollen.

Bei der 1. Methode wird die Zeit gemessen, die ein Tropfen braucht, um aufgesogen zu werden. Man mißt also mit der Stoppuhr die Zeit, die vergeht vom ersten Aufsetzen des Tropfens auf die Zellstoffoberfläche bis zum Einsinken des Tropfens, erkennbar an dem Verschwinden der blanken Spiegelung. Diese Methode gibt uns nur einen Anhalt für die Geschwindigkeit des Aufsauge-Vorganges schlechthin, oder genauer: über die Porosität des untersuch-

ten Stoffes. Die mit der Stoppuhr gemessene Zeit ist die Tropfeneinsinkzeit (genannt „T. E.-Zeit").

Bei der 2. Methode wird die Aufsaugefähigkeit durch die meßbare Menge der aufgesogenen Flüssigkeit nach Ablauf von vorher festgesetzten Zeiten gemessen. Diese Methode berücksichtigt die Saugfähigkeit mengenmäßig, meßbar in ccm. Sie gibt uns ein Bild über die in bestimmten Zeitabschnitten erfolgte Saugwirkung.

Methode 1 mißt die Aufsaugezeit, Methode 2 die Menge. Da es ja beim Aufsaugen der Sekrete in der Wundbehandlung auf die größtmögliche Saugwirkung, also Menge ankommt, und das bei Methode 2 angewandte Untersuchungsverfahren den Bedingungen, wie sie an einen Wundverband gestellt werden, am nächsten kommt, so sind die durch Methode 2 gefundenen Zahlenergebnisse wertvoller und aufschlußreicher als die durch Methode 1 gefundenen Zeitmaße.

Die Prüfung der Watte nach Methode 2 wurde nach einem von der Zellstoffabrik Waldhof ausgearbeiteten Verfahren*) wie folgt ausgeführt: Die zu untersuchende Watte wurde mit einem Locheisen zu Scheiben von 30 mm Durchmesser ausgestanzt und in ein zylinderförmiges Gestell hineingebracht, dessen Boden aus feinem Gitterdraht besteht. Die Wattesäule wurde in dem Gestell etwa 12 cm hoch aufgeschichtet und durch ein Gewicht von 100 g belastet. Der Gitterboden war so angebracht, daß die Wasseroberfläche eines Aluminiumgefäßes mit 100 ccm Inhalt den Gitterboden gerade benetzte, ohne daß aber der Gitterboden eintauchte, und weiterhin so, daß die angesaugte Wassersäule nicht abriß.

Durch diese Anordnung kommt man den Bedingungen, wie sie bei einem normalen Wundverbande bestehen, am nächsten:

1. der Gitterboden verhindert eine direkte Einwirkung der aufzusaugenden Flüssigkeit auf die Zellstoffwatte,
2. durch die horizontal liegenden Zellstoffschichten kann die aufzusaugende Flüssigkeit so durchtreten, wie sie

*) Prätorius, P. und Hillmer, A.: „Saugfähigkeitsmesser für Verbandstoffe".

bei sezernierenden Wunden in die Watteschichten eindringt,

3. durch die Belastung mit dem 100 g-Gewicht ist der Druck auf die Unterlage gegeben, ähnlich wie er beim Verbandanlegen durch die Mullbinden auf den Wundverband ausgeübt wird.

Als Untersuchungsflüssigkeit wurde Leitungswasser von 20° C benutzt, da andere Flüssigkeiten wie Serum, Galle, Eiter in den Mengen„ wie sie für die Versuche benötigt worden wären nicht zur Verfügung standen.

Die in dem zylinderförmigen Gestell aufgeschichtete Zellstoffsäule wurde in eine mit 100 ccm Wasser gefüllte Aluminiumschale gesetzt und nach 5 sec. in eine zweite Aluminiumschale von ebenfalls 100 ccm Wasserinhalt gebracht, in der sie 25 sec. verblieb. Danach wurde die Zellstoffsäule für weitere 150 sec. in eine dritte gleichartige Aluminiumschale gesetzt. Der in jeder Schale verbliebene Flüssigkeitsrest wurde in einen Meßzylinder zurückgegossen, von welchem die fehlende, also von der Watte aufgesogene Flüssigkeit abgelesen werden konnte. Demgemäß läßt sich durch Addition der Werte aus 5 sec. + 25 sec. + 150 sec. Einsinkdauer die Flüssigkeitsmenge errechnen, die in 5 sec., 30 sec. und in 180 sec. von der Watte aufgesogen wird.

Wie schon gesagt, gelangten Zellstoffwatteproben von 4 verschiedenen Werken zur Untersuchung. Jedes der Werke A, B, C und D stellte folgende Zellstoffwattearten zur Verfügung. (Die Abkürzungen im Kopf der folgenden Tabellen sind nachstehend in Klammern bezeichnet).

1. Zellstoffwatte aus ungebleichtem und holzfreiem Zellstoff, d. h. 100 %igem Fichtenholzzellstoff ohne jeglichem Zusatz von Holzschliff (Holzfrei ungebl.).
2. Die gleiche Zellstoffwatte in gebleichter Form (Holzfrei gebl.).
3. Zellstoffwatte aus ungebleichtem Zellstoff mit 30 % Holzschliffzusatz, d. h. die Watte besteht zu 70 % aus reinem Fichtenholzzellstoff und zu 30 % aus einem Holzschliffzusatz (30 % Holz ungebl.).
4. Die gleiche Zellstoffwatte wie unter 3, jedoch in gebleichter Form (30 % Holz gebl.).

5. Zellstoffwatte bestehend zu 50 % aus reinem gebleichtem Fichtenholzzellstoff und zu 50 % aus reinem gebleichtem Buchenholzzellstoff (50 % Buche Holzfrei gebl.).
6. Zellstoffwatte bestehend zu 100 % aus reinem gebleichtem Buchenholzzellstoff (100 % Buche Holzfrei gebl.).

Das Werk A lieferte außerdem noch 2 weitere Zellstoffwatten aus holzfreiem, also 100 %igem Fichtenholzzellstoff in ungebleichter und gebleichter Form, die die Bezeichnung „sterilisierfest" trugen (Sterilisierfest holzfrei ungebl., bzw. sterilisierfest holzfrei gebl.).

Die Tabelle 1 gibt die T. E.-Zahl, d .h. die Tropfeneinsinkzeit der einzelnen Zellstoffwattearten vor der Sterilisation an:

Tabelle 1: Tropfeneinsinkdauer der unsterilisierten Zellstoffwatten.

	Holzfr. Ungebl.	Holzfr. Gebl.	30 % Holz Ungebl.	30 % Holz Gebl.	50 % Buche Holzfr.	100 % Buche Holzfr.
A	3,04	sofort	3,94	1,6	sofort	sofort
B	3,14	0,78	2,84	1,0	sofort	sofort
C	7,48	0,8	5,04	0,8	0,4	0,5
D	7,16	0,46	9,16	0,55	sofort	sofort

Die T. E.-Zahlen der Werke A und B bewegen sich, wie sich auch aus der Tabelle 1 ergibt, fast in derselben Höhe. Sie zeigen aber einen auffallenden Unterschied gegenüber den T. E.-Zahlen der Werke C und D, die ihrerseits untereinander annähernd gleich sind. So saugt die holzfreie ungebleichte Zellstoffwatte der Werke A und B den Tropfen mehr als doppelt so schnell ein wie die gleiche Watte der Werke C und D. Das gleiche ergibt sich für die ungebleichte Zellstoffwatte mit 30 % Holzschliffzusatz: auch hier benötigen die Watten der Werke A und B nur die Hälfte, bzw. ein Drittel der Zeit, wie sie die Watten der Werke C und D benötigen. Bei der gebleichten holzfreien Watte des Werkes A ist die T. E.-Zahl = 0, d. h. der Tropfen sinkt sofort ein. Bei den Watten der Werke B und C sind die T. E.-Zahlen annähernd gleich. Demgegenüber beträgt die T. E.-Zahl der Watte des Werkes D nur etwa die Hälfte der T. E.-Zahlen der Watten der Werke B und C,

Bei den Zellstoffwatten mit 30 % Holzschliffzusatz verhalten sich die Tropfeneinsinkzeiten wieder anders. Hier benötigen die Watten der Werke C und D entschieden weniger an Zeit als die Watten der Werke A und B. So braucht die Watte des Werkes C die Hälfte, die Watte des Werkes B das Doppelte und die des Werkes A das Dreifache mehr an Zeit als die gleiche Watte des Werkes D. Nur in einem gleichen sich die T. E.-Zahlen völlig: die Buchenholzzellstoffwatten, ganz gleich, ob reine oder 50 %ige Buchenholzzellstoffwatten, haben sämtlich eine Tropfeneinsinkdauer von 0 sec.

Weiterhin zeigt aber die Tabelle 1, daß die ungebleichten Zellstoffwatten durchweg in unsterilisiertem Zustande schlechter flüssigkeitsaufnahmefähig sind als die gebleichten unsterilisierten Watten.

Wesentlicher ist aber die Feststellung, daß Zellstoffwatten, die dem Namen nach die gleiche Zusammensetzung haben sollen, sich trotzdem stark in ihren Eigenschaften gegeneinander unterscheiden, je nachdem aus welchem Werk sie stammen. Es geht aber nicht an, daß gleiche Zellstoffwattearten sich in ihrer Wirkungsweise verschieden verhalten. Daraus ergibt sich die dringende Notwendigkeit, die Normung von Zellstoffwatten einigermaßen festzulegen nicht nur in ihrer Zusammensetzung, sondern auch in ihrer Saugfähigkeit.

Bei der Prüfung der Zellstoffwatten wurden, wie bereits oben gesagt, die Proben einer Sterilisationstemperatur von 100°, 105°, 110° und 120° unterworfen, und zwar nicht nur einer 1-maligen, sondern auch 2-maligen, 5- und 10-maligen Sterilisation.

Nach dem Sterilisationsprozeß ergibt sich beim Vergleich der Saugfähigkeitswerte bei sämtlichen Zellstoffwatteproben, wie bereits bekannt ist, daß mit Zunahme der Sterilisationstemperatur und der Sterilisationshäufigkeit die Saugfähigkeit der Zellstoffwatte abnimmt. Oder mit anderen Worten: Je höher die Sterilisationstemperatur ist, und je öfter sterilisiert wird, um so stärker nimmt die Saugfähigkeit ab. Gleichzeitig wurde erkennbar, daß fast sämtliche Zellstoffwattearten — sei es die gebleichte oder ungebleichte, sei es die mit Holzschliffzusatz versehene Fich-

tenzellstoffwatte, sei es die 50 %ige oder 100 %ige Buchenholzwatte — nach der Sterilisation für Verbandzwecke nicht geeignet ist. Eine Ausnahme macht lediglich die reine holzschliffreie, d. h. 100 %ige Fichtenholzzellstoffwatte. Nur diese überstand den Sterilisationsprozeß so, daß sie für Verbandzwecke verwendet werden kann. Sämtliche übrigen Sorten zerfielen und entwickelten große Staubmengen. Für den Klinikbetrieb sind die sterilisierten Zellstoffwatten daher nur verwendbar, wenn sie aus reinem Fichtenholzzellstoff ohne jegliche Beimengung bestehen.

Um die Versuche nicht allzu umfangreich zu gestalten, wurde die Prüfung auf Saugfähigkeit nur bei den Zellstoffwatten des Werkes A durchgeführt. Bei den Zellstoffwatten der Werke B, C und D wurden mit Rücksicht auf die oben festgestellte Unverwendbarkeit nur die holzfreien gebleichten und ungebleichten Watten der Prüfung auf Saugfähigkeit unterzogen.

Wie verhält sich nun die Saugfähigkeit von sterilisierter Zellstoffwatte?

Die Tabelle 2 vermittelt die Geschwindigkeit, d. h. die Zeit in Sekunden, mit der ein Tropfen von der Zellstoffwatte eingesogen wird.

Tabelle 2: Tropfeneinsinkzeit in sec. (T. E.-Zahl) für sterilisierte Zellstoffwatte.

Werk A:

	Holzfrei ungebleicht	Holzfrei gebleicht	30 % Holz ungebleicht	30 % Holz gebleicht	50 % Buche gebleicht	100 % Buche gebleicht	Sterilisierfest Holzfrei ungebleicht	Sterilisierfest Holzfrei gebleicht
Unsteril	3,0	sofort	3,94	1,6	sofort	sofort	sofort	sofort
100 °								
1mal	3,06	0,8	16,1	16,0	0,7	sofort	sofort	sofort
2mal	4,18	0,87	17,2	22,5	1,11	0,6	sofort	sofort
5mal	8,06	1,65	45,0	92,1	1,47	0,6	sofort	sofort
10mal	13,8	2,44	55	95	1,51	0,84	sofort	sofort
105 °								
1mal	3,32	0,88	19,2	17,8	0,75	sofort	sofort	sofort
2mal	4,9	1,2	20,4	38,1	1,2	0,65	sofort	sofort
5mal	8,4	1,7	49,4	108	1,74	0,68	sofort	sofort
10mal	16,5	3,0	95	115	2,84	1,3	sofort	sofort
110 °								
1mal	5,33	0,8	25,4	19,1	0,9	sofort	sofort	sofort
2mal	5,8	1,5	28,2	55	1,3	0,68	sofort	sofort
5mal	16,8	2,65	95	125	2,08	0,76	sofort	sofort
10mal	21,6	3,68	180	180	3,54	1,76	sofort	sofort
120 °								
1mal	9,22	0,98	75	23,0	1,33	0,64	sofort	sofort
2mal	10,6	1,8	107	120	1,39	0,72	sofort	sofort
5mal	17,43	4,5	180	3—5 Min	3,27	1,24	sofort	sofort
10mal	40,0	6,6	3—5 Min.	3—5 Min.	4,53	2,14	sofort	sofort

Aus vorstehendem geht hervor:

1. daß die gebleichten Zellstoffwatten aufsaugbereiter sind als die ungebleichten,
2. daß die mit Holzschliff versetzten Zellstoffwatten schlechter aufsaugen als die holzfreien Watten,
3. daß die mit Buchenholzzellstoff vermischten Zellstoffwatten und die reinen Buchenholzzellstoffwatten erheblich aufsaugbereiter sind als die holzfreien Zellstoffwatten.

Obwohl die Buchenholzzellstoffe in ihrer Aufsaugefähigkeit am wirksamsten sind, also in ihrer Aufnahmeleistung den an die Zellstoffwatte gestellten Anforderungen am nächsten kommen, müssen sie für die Verwendung in sterilisiertem Zustande ausfallen, da sie durch die Sterilisation von ihrer Festigkeit besonders nach mehrfacher Bearbeitung im Autoclaven derartig viel verlieren, daß eine Verwendung zu Verbandzwecken ausgeschlossen ist. Die sterilisierten Buchenholzzellstoffe zerfielen nach der Sterilisation flockig unter überreichlicher Staubentwicklung, so daß ein Arbeiten mit dieser Zellstoffart für den Klinikbetrieb oder gar in der operativen Chirurgie trotz ihrer hervorragenden Saugfähigkeit ausgeschlossen ist.

Auch die mit Holzschliffzusatz verarbeiteten Zellstoffwatten scheiden für die Verwendung in sterilisiertem Zustande aus. Auch sie verlieren durch den Sterilisationsvorgang erheblich an Festigkeit und entwickeln beim Aufklopfen auf die Zellstofflagen reichliche Staubwolken, die aus dem rohen Holzstaub bestehen, der bei der Herstellung von Zellstoffwatte mit Holzschliffzusatz zur Streckung dem Zellstoff beigefügt wird. Es löst sich also durch das Sterilisieren der bei der Herstellung beigefügte Holzschliffzusatz von der eigentlichen Zellstoffwatte unter Staubentwicklung. Dieses ist der eine Grund der Nichtverwendbarkeit. Der andere ist die gegen die holzschliffreie Zellstoffwatte herabgesetzte Saugfähigkeit. Die Vergleichung der Werte in Tabelle 2 zeigt deutlich den großen Unterschied in der Aufsaugefähigkeit zwischen den 100 %igen Fichtenholzwatten und den mit 30 % Holzschliffzusatz versehenen Zellstoffwatten. Letztere gebrauchen in ihrer ungebleichten Form das 5—8-fache an Zeit, um den Tropfen einsinken

zu lassen und in ihrer gebleichten Form sogar das 20—25-fache an Zeit.

In Tabelle 3 werden die mit Holzschliff versetzten Zellstoffwatten und die Buchenholzzellstoffwatten nicht mehr berücksichtigt, da sie in sterilisiertem Zustande für den Klinikgebrauch nicht verwendbar sind. In dieser Tabelle werden die sterilisierten holzfreien Zellstoffwatten der Werke B, C, und D gegenübergestellt.

Tabelle 3: Tropfeneinsinkzeit in sec. (T. E.-Zahl) für sterilisierte Zellstoffwatte.

	Werk B:		Werk C:		Werk D:	
	Holzfr. ungebl.	Holzfr. gebl.	Holzfr. ungebl.	gebl.	Holzfr. ungebl.	Holzfr. gebl.
Unsteril	3,14	0,78	7,48	0,8	7,16	0 46
100 °						
1mal	6,81	2.26	8,47	1,46	7,6	0,71
2mal	7,0	2,84	8,2	2.09	7,4	1,07
5mal	10,68	8,56	16,56	3,65	15,9	1.62
10mal	19,4	10,8	16,8	7,5	26,4	2,14
105 °						
1mal	7,4	2,71	11,6	1,5	7,9	1,2
2mal	8,7	3,62	12,86	2,32	7,9	1,31
5mal	23,4	10,08	18,0	4.23	17,2	1,68
10mal	31,4	11,6	20,78	7,5	31,8	2,56
110 °						
1mal	10,42	3,53	14,8	1,7	8,4	1,4
2mal	11,6	4,84	17,6	2,55	9,0	1,48
5mal	36,9	14,2	22,2	5,26	26,0	2,26
10mal	61,0	31,2	29,8	13.1	38,25	3,24
120 °						
1mal	15,4	3,92	16,65	2,88	14,0	1,91
2mal	19,6	7,4	24,6	3,5	15,4	2,11
5mal	52,0	25,44	25,15	10,8	28,6	3,7
10mal	90,0	54,0	70,0	33,0	42,7	3,5

Die Tabellen 2 und 3 bestätigen das von Gelinsky Gesagte: „Leider wird durch die erhöhte Eintrocknung auch die Saugfähigkeit beeinträchtigt" und zwar derart,

daß „diese für die Verbandstoffaufgabe wesentlichen Eigenschaften bei der auf 120° sterilisierten Zellstoffwatte unter der Leistung des trockenen Mulls gesunken sind. . . . Die Sterilisation auf 120° vernichtet die sonst so überlegene Saugfähigkeit der Zellstoffwatte praktisch fast vollkommen." So verliert die ungebleichte holzfreie, d. h. 100 %ige Fichtenholzzellstoffwatte des Werkes A, wie noch Tabelle 2 zeigt, das Dreifache an Saugfähigkeit, wenn sie aus dem unsterilen Zustande einmal bei 120° sterilisiert wird, und sogar das 13-fache, wenn sie 10mal bei dieser Temperatur sterilisiert wird. Mit anderen Worten: Die ungebleichten holzfreien sterilisierten Zellstoffwatten benötigen das Dreifache an Aufsaugezeit, wenn sie nur einmal bei 120° sterilisiert werden, und das 13-fache bei 10maliger Sterilisation.

Die Zellstoffwatten der Werke B, C und D verhalten sich, wie Tabelle 3 zeigt, ähnlich. So braucht die holzfreie ungebleichte Watte des Werkes B nach einmaliger Sterilisation gegenüber dem unsterilen Zustande das 5-fache und nach 10maliger Sterilisation sogar annähernd das 30-fache an Zeit, um einen Tropfen aufzusaugen. Die Watte des Werkes C benötigt das Doppelte bzw. das Zehnfache und die Watte des Werkes D das Doppelte bzw. Sechsfache an Zeit. Hierbei ist noch zu bemerken, daß die gebleichten Zellstoffwatten sich noch ungünstiger zu verhalten scheinen als die ungebleichten. Diese Eigenschaft ist wahrscheinlich auf den Bleichungsprozeß innerhalb des Herstellungsganges zurückzuführen. Findet man doch, wie Tabelle 4 zeigt,

Tabelle 4: Verminderung der Aufsaugefähigkeit nach einmaligem und zehnmaligem Sterilisieren gegenüber nicht sterilisierter Zellstoffwatte.

	1mal sterilisiert holzfrei	10mal sterilisiert ungebl.	1mal sterilisiert holzfrei gebleicht	10mal sterilisiert gebleicht
Werk A	3-fach	13-fach	1-fach	6-fach
Werk B	5-fach	30-fach	3-fach	über 65-fach
Werk C	2-fach	10-fach	3-fach	über 40-fach
Werk D	2-fach	6-fach	4-fach	8-fach

eine bis über das 40-fache bzw. 65-fache verminderte Aufsaugefähigkeit der Watten der Werke C und B gegenüber der 6- bzw. 8-fach verminderten Aufsaugefähigkeit der Watten der Werke A und D. Auch diese ganz krassen Zahlenunterschiede weisen wieder auf die dringende Notwendigkeit einer Normung hin.

Auf Grund eines besonderen Herstellungsvorganges das Werk A außer den bisher genannten Zellstoffwatteearten noch eine holzfreie Fichtenholzzellstoffwatte hergestellt, die vom Werk als sterilisierfest bezeichnet wird. Auch diese wurde zur Prüfung der Verwendungsmöglichkeit für den klinischen Betrieb den Sterilisationsprozessen unterworfen und auf Saugfähigkeit geprüft.

Es hat sich dabei herausgestellt, daß diese als sterilisierfest bezeichnete Watte bezüglich der Staubentwicklung sich ebenso verhielt wie die übrigen holzfreien Zellstoffwatten. Zwar wurden auch sie, wie die übrigen holzfreien Zellstoffwatten, besonders nach wiederholten Sterilisationen in geringem Grade zermürbt und zerfasert, entwickelten aber nicht mehr und nicht weniger Staub als die anderen holzfreien Zellstoffwatten. Sie wären also für den Klinikgebrauch ebenso geeignet. Ihr Verhalten bezüglich ihrer Saugfähigkeit geht aus Tabelle 2 hervor. Dort wurden die „sterilisierfesten" Watten den bisher besprochenen Zellstoffwatten gegenüber gestellt. Beide, die holzfreie gebleichte und die holzfreie ungebleichte sterilisierfeste Watte zeigen das erstaunliche Ergebnis, daß bei den Versuchen zur Feststellung der Tropfeneinsinkzeit der Tropfen sofort aufgesogen wird, ihre Tropfeneinsinkzeit also = 0 ist auch unter den ungünstigsten Bedingungen, wie sie durch 10-maliges Sterilisieren bei 120° für Zellstoffwatte gegeben sind. Die vom Werk A mit sterilisierfest bezeichneten Watten übertreffen an Saugwirkung, gemessen durch die Tropfeneinsinkzeit, alle bisher geprüften Zellstoffwatteearten, sogar die Buchenholzzellstoffwatten, die für die Tropfeneinsinkzeit die bisher besten Ergebnisse zeigten, wegen ihrer Staubentwicklung nach den Sterilisationen aber für den Klinikbetrieb nicht verwendbar sind.

Für die Wundbehandlung, und das ist ja wohl das größte Aufgabengebiet der Zellstoffwatte, ist es wichtig,

zu wissen, wieviel in bestimmten Zeitabschnitten an Sekretionsmengen vom Wundverbandmaterial aufgesogen und damit von der Wunde abgeleitet werden kann. Daß die bisher zur Ableitung von Wundsekreten verwendete Baumwollwatte eine Saugfähigkeit nicht besitzt, hat Gelinsky, wie bereits oben erwähnt, einwandfrei durch Versuche festgestellt. Zellstoffwatte besitzt aber eine ausgezeichnete Saugfähigkeit, nur leidet sie durch die Sterilisation.

Wie verhalten sich nun die sterilisierten Zellstoffwatten mengenmäßig in ihrer Saugfähigkeit?

Die Tabelle 5 gibt die nach Methode 2 in 5 sec., in 30 sec. und in 3 Min.. gefundenen Saugmengen wieder. Der besseren Uebersichtlichkeit halber werden zunächst die für das Werk A gefundenen Werte wiedergegeben. Von diesem Werk sind sämtliche Zellstoffwatten untersucht worden, auch diejenigen, die nach erfolgter Sterilisierung wegen zu starker Staubentwicklung oder zu ungenügender Saugfähigkeit, gemessen an der Tropfeneinsinkzeit, für Verbandzwecke und sonstige Verwendung im klinischen Betriebe ausfielen. Als unbrauchbar ausgefallen sind also bisher sämtliche Buchenholzzellstoffwatten und die mit Holzschliffzusatz versehenen Fichtenholzzellstoffwatten. Mit der Gegenüberstellung sämtlicher Zellstoffwattearten ist die Möglichkeit gegeben, die bisher als unbrauchbar und brauchbar erkannten Zellstoffwatten in ihrer Aufsaugefähigkeit mengenmäßig vergleichen zu können.

Von den Werken B, C und D werden weiter unten nur noch die 100 %igen Fichtenholzzellstoffwatten gegenübergestellt.

Zunächst ist ganz allgemein für sämtliche Zellstoffarten als Ergebnis erneut die Tatsache festzustellen, daß „durch die erhöhte Eintrocknung auch die Saugfähigkeit beeinträchtigt wird." Wie schon eingangs erwähnt, nimmt die Saugfähigkeit in dem Maße ab, je öfter sterilisiert wird und je höher die Sterilisationstemperatur ist.

Aus Tabelle 2 geht bereits hervor, daß die gebleichten Zellstoffwatten aufsaugbereiter sind als die ungebleichten.

Tabelle 5 bestätigt dies in eindringlicher Weise: Die Saugfähigkeit der ungebleichten holzfreien Watte des Werkes A ist in den ersten 3 Sekunden praktisch 0, auch be-

reits nach einer einmaligen Sterilisation in 100°. Dies gilt auch für die holzfreien ungebleichten Zellstoffwatten der Werke B, C und D.

Bei einer längeren Eintauchdauer wird naturgemäß die aufgesogene Flüssigkeitsmenge größer:

Nach 30 Sekunden Eintauchdauer zeigt es sich, daß die einmal bei 100° sterilisierte ungebleichte holzfreie Zellstoffwatte des Werkes A gegenüber der unsterilisierten Zellstoffwatte rund 25 v. H. und nach einmaliger Sterilisation bei 120° über 50 v. H.. ihrer Saugfähigkeit verliert. Die aufsaugbaren Flüssigkeitsmengen verringern sich um so mehr, je öfter sterilisiert wird, so daß die 5- und 10mal sterilisierte Zellstoffwatte praktisch aufsaugunfähig ist.

Tabelle 5: Aufsaugfähigkeit in ccm (= g) in 5 sec., 30 sec. und in 3 Minuten.

Werk A:

	Holzfrei Ungebleicht			Holzfrei Gebleicht			30 % Holz Ungebleicht			30 % Holz Gebleicht		
In . . . sec.	5	30	180	5	30	180	5	30	180	5	30	180
Unsteril	2,0	10,5	30,0	10,0	21,5	45,5	1,0	7,0	27,5	3,0	12,5	35,0
100 °												
1mal	0,75	7,25	26,25	6,5	17,5	39.5	0,2	1,7	10,7	0,5	3,0	12,1
2mal	0,3	7,3	23,3	4,0	14,0	33,8	0	0,5	8,3	0	0,5	11,8
5mal	0	3,0	16,5	3,2	13,0	31,5	0	0	3,5	0	0	4,1
10mal	0	2,0	12,0	2,0	9,5	26,0	0	0	2,0	0	0	2,0
105 °												
1mal	0,75	6,25	24,75	5,5	16,5	37 0	0,1	1,1	9,3	0,3	1,6	10,1
2mal	0,3	5,3	20,3	3,5	13,4	32,4	0	0,1	5,1	0	0,3	9,8
5mal	0	2,3	13,3	3,0	11,5	27,0	0	0	3,0	0	0	3,2
10mal	0	1,2	11,0	1,8	8,6	24,4	0	0	1,5	0	0	1,2
110 °												
1mal	0,5	5,5	23,5	5,5	15,5	35,5	0	0,5	7,0	0,1	1,2	8,3
2mal	0	4,0	16,5	3,3	13,1	31,6	0	0	4,8	0	0,2	7,2
5mal	0	1,5	12,0	1,0	8,5	22,1	0	0	3,0	0	0	2,1
10mal	0	1,0	10,0	1,5	7,2	20,7	0	0	1,2	0	0	1,1
120 °												
1mal	0,3	4,3	20,8	5,0	14,1	32 1	0	0	3,1	0	0,5	6,7
2mal	0	2,0	13,5	2,5	11,5	28,7	0	0	2,0	0	0	3,8
5mal	0	0,75	9,75	1,0	5,8	18,0	0	0	0,5	0	0	0,5
10mal	0	0	4,0	0	3,2	15,0	0	0	0,5	0	0	0,3

Tabelle 6: Aufsaugfähigkeit in ccm (= g) in 5 sec., 30 sec. und in 3 Minuten.

Werk A:

	50 % Buche Holzfrei gebleicht			100 % Buche Holzfrei gebleicht			Sterilisierfest Holzfrei ungebleicht			Sterilisierfest Holzfrei gebleicht		
In . . . sec.	5	30	180	5	30	180	5	30	180	5	30	180
Unsteril	8,0	20,0	41,5	8,5	21,0	44,5	9,0	23,0	46,5	11.0	24,5	45.0
100 °												
1mal	7,0	17,5	38,5	7,5	19,5	41,5	8,0	21,0	43,5	11,5	24,5	42,0
2mal	3,5	15,5	36,5	7,0	19,5	41,5	8,3	21,3	41,8	11.5	24,5	44,5
5mal	4,8	16,0	35,8	6,0	18,0	40,0	8,0	20,5	41,0	12.0	25,0	45.0
10mal	2,1	9,3	25,4	4,8	16,4	36,9	7,0	20,5	41,4	10,8	23,3	43 3
105 °												
1mal	6,0	16,1	37,1	7,0	18,8	39,7	7,5	19,5	41,4	11,0	24,0	41,2
2mal	3,0	13,0	33.0	6.5	18,0	39,5	8,2	20.2	40.2	11.0	24,0	44,0
5mal	4,0	13,5	32.0	5.2	16,8	37.0	6,5	18.0	37.0	11.0	24,0	43,0
10mal	1,2	8,0	22,0	4,1	14,1	33,3	8,0	20,5	41,0	10.5	22,5	41,0
110 °												
1mal	5,0	14,9	33,4	6,5	18,0	38,0	7,0	18,0	38,1	11,0	24,0	41,0
2mal	2,5	11,5	30,0	6,0	16,2	37 2	7,1	18,1	37,1	10.5	23,5	42,5
5mal	2,0	10,0	28,0	4,8	15,0	34 5	6,5	17,5	35,5	11.0	24,0	43,0
10mal	1,0	6,0	19,5	3,8	13,0	31 5	8,0	19,5	39,5	10.5	22,5	40,5
120 °												
1mal	3,5	11,5	29,5	5,0	15,5	35,3	7,0	17,5	35,5	11,0	23,0	39,0
2mal	2,0	9,8	27,3	4,5	14,3	34.8	7,0	17,0	35,5	10,0	22,0	39,5
5mal	1,9	7,7	21,7	3,0	12,5	31.5	6,5	17,5	36,0	9,5	22,5	40,5
10mal	1,0	5,8	18,8	2,2	9,7	27.7	7,0	18,0	38,0	10,0	22,0	39,5

Tabelle 7: Aufsaugfähigkeit in ccm (= g) in 5 sec., 30 sec. und in 3 Minuten.

	Werk B. Holzfrei ungebleicht			Holzfrei gebleicht			Werk C. Holzfrei ungebleicht			Holzfrei gebleicht		
In . . . sec.	5	30	180	5	30	180	5	30	180	5	30	180
Unsteril	3,0	10,0	26,5	3,0	11,0	26,5	1,0	3,5	17,5	4,5	14,0	33 5
100 ⁰												
1mal	0,5	4,0	17,5	1,0	6,0	18,2	0	2,0	14,0	2,8	10,3	25,8
2mal	1,0	4,0	16,6	1,5	6,5	17,5	0,25	1,0	8,0	2,5	9,5	28,5
5mal	0	3	12,5	0	1,9	9,9	0	0	7,0	1,0	6,5	19,5
10mal	0	0	5,8	0	1,8	10,6	0	0,5	8,0	0,3	3,3	13,3
105 ⁰												
1mal	0	3,0	15,0	0,7	4,9	15,9	0	1,75	11,25	2,8	11,6	26,1
2mal	0	3,0	15,2	1,0	4,2	14,2	0	1,0	11,0	2,0	9,0	16,0
5mal	0	1,0	10,0	0	1,8	9,3	0	0,5	7,5	1,0	5,5	18,0
10mal	0	0	5,2	0	1,3	8,8	0	0,3	4,8	0,3	3,3	13,3
110 ⁰												
1mal	0	2,9	14,4	0,75	4,25	13,75	0	1,5	10,0	2,5	10,7	27,2
2mal	0	3,0	14,0	0,5	2,7	11,8	0	0,15	8,15	0,5	6,5	19,5
5mal	0	0,3	7,3	0	1,3	8,1	0	0,5	6,5	1,0	4,5	15,5
10mal	0	0	3,5	0	0,5	4,5	0	0	2,0	0	1,0	8,0
120 ⁰												
1mal	0	2,0	11,1	0,3	3,1	12,2	0	1,5	9,5	1,5	6,0	17,0
2mal	0	1,0	9,8	0,3	2,1	10,9	0	0,1	7,9	0,5	5,5	17,5
5mal	0	0	6,0	0	0	5,8	0	0,3	4,2	0	2,2	10,2
10mal	0	0	1,5	0	0	2,9	0	0	1,0	0	1,0	7,5

Tabelle 8: Aufsaugfähigkeit in ccm (= g) in 5 sec., 30 sec. und in 3 Minuten.

Werk D.

	Holzfrei ungebleicht			Holzfrei gebleicht		
In . . . sec.	5	30	180	5	30	180
Unsteril	1,0	6,5	22,0	4,0	12,5	28,5
100 °						
1mal	0,2	2,1	15,1	3,5	11,5	27,0
2mal	0	1,0	9,8	3,5	12,3	31,3
5mal	0	1,0	6,8	2,0	8,8	26,8
10mal	0	1,5	9,5	2,0	9,0	25,5
105 °						
1mal	0	1,8	14,0	3,5	11,0	26,0
2mal	0	0,8	9,2	3,0	11,4	29,6
5mal	0	0,5	5,7	2,0	8,5	24,5
10mal	0	1,0	8,6	1,2	7,2	23,2
110 °						
1mal	0	1,4	13,3	3,0	10,0	25,0
2mal	0	0,5	8,8	2,2	9,2	26,2
5mal	0	0,3	4,6	1,0	7,1	23,1
10mal	0	0	4,0	0	4,0	19,5
120 °						
1mal	0	1,2	9,2	1,9	7,9	21,9
2mal	0	0,2	7,2	2,0	8,8	24,8
5mal	0	0	3,9	0,2	5,0	20,2
10mal	0	0	3,5	0	3,8	17,3

Es interessiert hier, die Tatsache festzustellen, daß bei längerer Eintauchdauer wieder eine gewisse Steigerung der Saugfähigkeit eintritt, die aber mit Zunahme der Sterilisationshäufigkeit wieder verloren geht. So verliert die einmal bei 100 ° sterilisierte Watte gegen die unsterilisierte Watte nach einer Eintauchdauer von 3 Minuten knapp 20 v. H. und die einmal bei 120 ° sterilisierte Watte annähernd $33^1/_3$ v.H. ihrer Saugfähigkeit, die 5mal bei 120 ° sterilisierte Watte aber schon 60 v. H., und die 10mal bei 120 ° sterilisierte Watte verliert sogar fast 85 v. H. ihrer Saugfähigkeit.

Auch die holzfreien ungebleichten Zellstoffwatten der Werke B, C, und D zeigen in Tabelle 6 und 7, daß sie sich ähnlich den Aufsaugefähigkeiten der Watte des Werkes A verhalten.

Die holzfreie gebleichte Zellstoffwatte und die sterilisierfeste Watte des Werkes A, die als einzigste von sämtlichen Zellstoffwattearten den Ansprüchen für die Wundbehandlung in Bezug auf Sterilisierfähigkeit und Aufsaugevermögen entsprechen, wie Tabelle 2 gezeigt hat, sollen nachstehend verglichen werden.

Auch hier besteht bezüglich der aufsaugbaren Menge ein in die Augen springender Unterschied zwischen den Watte der in Frage kommenden Werke.

Das Werk A stellt eine holzfreie gebleichte Watte her, die in 3 Minuten in unsterilisiertem Zustande 45,5 ccm Flüssigkeit aufsaugt, sie vermag also in 3 Minuten 45 v.H. der ihr überhaupt zur Verfügung stehenden Flüssigkeit aufzusaugen.

Die gleiche Watte des Werkes B saugt in der gleichen Zeit nur 26,5 ccm auf, die des Werkes C 33,5 ccm und die des Werkes D 28,5 ccm —, alles Mengen, die um die Hälfte bis ein Drittel unter den aufsaugbaren Mengen liegen, die von der holzfreien gebleichten Watte des Werkes A aufgesogen werden können.

Immerhin ist eine Saugleistung von 25 bis 45 ccm in 3 Minuten noch ganz erheblich, wobei zu bedenken ist, daß diese Menge von einer Fläche von 3 cm im Durchmesser — also einer 5-Markstück großen Fläche — aufgesogen wird und daß lediglich eine Oberflächenbenetzung, aber kein direktes Eintauchen stattfindet.

Selbstverständlich leidet auch hier die holzfreie Zellstoffwatte in ihrer Saugfähigkeit durch den Sterilisationsvorgang. Die Tabellen 5, 7 und 8 zeigen diesen mengenmäßigen Verlust durch Zahlen.

Nach der einmaligen Sterilisation in 100° erleidet die holzfreie gebleichte Watte des Werkes A gegenüber der unsterilisierten Watte bei einer Eintauchdauer von 5 Sekunden einen Verlust von 33 v.H. ihrer Saugfähigkeit und nach einmaliger Sterilisation in 120° 50 v.H. Nach 10maliger Sterilisation in 120° wird in 5 Sekunden keine Flüssig-

keit mehr aufgesogen. In 30 Sekunden saugt die einmal bei 100° sterilisierte Watte 17,5 ccm auf, was einem Verlust an Saugfähigkeit von 25 v. H. entspricht. Die 1mal bzw. 10mal in 120° sterilisierte Watte saugt in 30 Sekunden 14,1 bzw. 3,2 ccm auf, was einem Verlust von 33 v. H. bzw. 95 v. H. Saugfähigkeit entspricht.

Bei dem Werke B verhält sich die holzfreie gebleichte Watte dem Sterilisationsprozeß gegenüber noch ungünstiger. Sie verliert an Saugfähigkeit durch einmaliges Sterilisieren bei 100° bei einer Eintauchdauer von 5 Sekunden bzw. 30 Sekunden bzw. 3 Minuten 66 v. H. bzw. fast 50 v. H, bzw. 33 v. H., durch 1maliges Sterilisieren in 120° bei gleichbleibender Eintauchzeit von 5 Sekunden bzw. 30 Sekunden bzw. 3 Minuten 90 v. H. bzw. 33 v. H. bzw, über 50 v. H. Durch 10maliges Sterilisieren bei 120° wird in 5 Sekunden und in 30 Sekunden keine Flüssigkeit aufgesogen, was einem 100 %igem Saugverlust gleichkommt. In 3 Minuten werden etwa 10 v. H. an Menge gegenüber der unsterilisierten Watte aufgesogen, was einem Verlust an Saugfähigkeit von 90 v. H. entspricht.

Die gebleichten holzfreien Watten der Werke C und D verlieren ebenfalls bis zu 75 v. H. und mehr an Saugfähigkeit.

Festzustellen ist aber, daß, verglichen mit den ungebleichten holzfreien Zellstoffwatten, die gebleichten holzfreien Watten doch zweifellos eine größere Saugfähigkeit als die ungebleichten besitzen. Selbst bei 10maliger Sterilisation in 120° saugen die holzfreien gebleichten Watten der Werke A und D in 3 Minuten noch immerhin 15 ccm bzw. 17,3 ccm — eine Menge, wie sie in der Wundbehandlung zum Sekretaufsaugen wohl kaum vorkommt.

Noch eindeutiger in günstigem Sinne sind die durch die Versuche erhärteten Ergebnisse bezüglich der Saugleistung für die vom Werk A hergestellten sterilisierfesten holzfreien Zellstoffwatten.

Schon die Tropfeneinsinkzeiten bewiesen deutlich in Tabelle 2 die außerordentliche Saugkraft und Saugfähigkeit dieser Wattearten. Noch deutlicher vor Augen geführt wird diese gute Saugleistung beim Vergleichen der Tabelle 6.

Während bei den nicht sterilisierfesten Watten die ungebleichten holzfreien Arten schlechter saugen als die holzfreien gebleichten, ist die Saugfähigkeit bei der sterilisierfesten Watte für beide Bleicharten praktisch fast gleich, die ungebleichte Watte saugt nur einen Bruchteil schlechter.

Die in den einzelnen Zeitabschnitten von 5 Sekunden 30 Sekunden und 3 Minuten erzielten Saugleistungen übertragen mengenmäßig sämtliche bisher geprüften Zellstoffwattearten. Diese hervorragende Saugleistung wird auch kaum durch wiederholtes Sterilisieren beeinträchtigt.

Während die unsterilisierte, ungebleichte, holzfreie, sterilisierfeste Watte in 5 Sekunden 9 ccm, in 30 Sekunden 22 ccm, in 3 Minuten 45,5 ccm aufsaugt, werden in den gleichen Zeitabständen von der gleichen Watte nach 1maligem Sterilisieren in 100° 8 ccm bzw. 21 ccm bzw. 43,5 ccm aufgesogen und nach 1maliger Sterilisation bei 120° 7 ccm bzw. 17,5 ccm bzw. 35,5 ccm, nach 10maliger Sterilisation bei 120° 7 ccm bezw. 18 ccm bzw. 38 ccm.

Das bedeutet einen Verlust an Saugfähigkeit

nach 1maliger Sterilisation in 100° von annähernd 10 %,
nach 1maliger Sterilisation in 120° von annähernd 20 %,
nach 10maliger Sterilisation in 120° von annähernd 20 %.

Die holzfreien gebleichten sterilisierfesten Watten verhalten sich ähnlich, sogar noch etwas günstiger. Auch hier ist der Verlust an Saugfähigkeit bei einmaliger Sterilisation in 100° knapp 5 v. H. und bei ein- bzw. 10maliger Sterilisation in 120° kaum 10 v. H.

Diese durch das Sterilisieren fast unvermindert gute Saugfähigkeit und die Tatsache der Sterilisierfestigkeit, die von dem Werk A zu Recht behauptet wird, lassen die „sterilisierfeste holzfreie gebleichte und ungebleichte Zellstoffwatte" als äußerst verwendungsfähig für den klinischen Betrieb erscheinen.

Bisher nicht besprochen wurden die Zellstoffwatten, die durch den Sterilisationsvorgang infolge Auffaserung und Staubentwicklung bereits nach der Sterilisation als unbrauchbar für die Wundbehandlung befunden wurden. Dazu gehören die mit Holzschliffzusatz versehenen Watten und die Buchenholzzellstoffwatten.

Die 30 % Holzschliffzusatz enthaltenden Fichtenholzzellstoffwatten sind, wie aus Tabelle 5 hervorgeht, nach der Sterilisation außerordentlich saugunfähig. Bereits nach einmaliger Sterilisation in 100° verliert die ungebleichte Form dieser Watteart 50 v. H. ihrer Saugfähigkeit und nach einmaliger Sterilisation in 120° sogar fast 90 v. H., und nach 10-maliger Sterilisation in 120° ist sie praktisch saugunfähig.

Die gebleichte Form der mit 30 v. H. Holzschliffzusatz versehenen Watte erweist sich als noch ungünstiger. Sie verliert bereits nach 1maliger Sterilisation in 100° 66 v.H. und nach 1maliger Sterilisation in 120° fast 80 v.H. ihrer Saugfähigkeit. Nach 2maliger Sterilisation in 120° erleidet sie einen Verlust an Saugfähigkeit von 90 v. H., und nach 5- und 10maliger Sterilisation in 120° besteht völlige Saugunfähigkeit.

Die Buchenholzzellstoffwatten haben sich zwar durch ihre kurze Tropfeneinsinkzeit als äußerst saugfähig erwiesen und, wie Tabelle 6 zeigt, verlieren sie durch den Sterilisationsprozeß verhältnismäßig wenig an Saugkraft. Die mit 50 % Buchenholzzellstoff versehene holzfreie gebleichte Watte büßt bei

1maliger Sterilisation in 100° etwa 10 % an Saugfähigkeit, bei
1maliger Sterilisation in 120° etwa 25 % an Saugfähigkeit, bei
10maliger Sterilisation in 120° etwa 55 % an Saugfähigkeit ein.

Die 100 %ige Buchenholzzellstoffwatte erleidet einen Verlust an Saugfähigkeit von 8 v. H. bzw. 40 v. H.

Die Buchenholzzellstoffwatten wären, abgesehen von der „sterilisierfesten" Watte, bezüglich der Saugfähigkeit auf Grund dieser Ergebnisse wohl am geeignetsten, da sie in ihrer Saugleistung die holzfreien Zellstoffwatten übertreffen. Aber leider überstehen diese Buchenholzstoffwatten den Sterilisationsvorgang nicht so, daß sie für die Wundbehandlung geeignet wären.

Zusammenfassend kann also als Ergebnis der Untersuchungen festgestellt werden, daß nach dem Sterilisationsprozeß lediglich die holzfreien, reinen Fichtenholzzellstoffwatten für die Wundbehandlung verwendbar sind, und daß von diesen die holzfreien gebleichten Zellstoffwatten den

Vorrang haben. An erster Stelle in Bezug auf Sterilisationsfestigkeit und Saugfähigkeit stehen allerdings die vom Werk A hergestellten „sterilisierfesten" Watten, ungebleicht oder gebleicht. Diese verlieren durch die Sterilisationen nur sehr wenig von den Eigenschaften, die von einer guten Zellstoffwatte als Wundverbandmaterial gefordert werden.

Es ist also heute noch nicht möglich, zum Zwecke der Deviseneinsparung von der reinen, d. h.. 100 %igen Fichtenholzzellstoffwatte für Wundverbandzwecke abzugehen. Immerhin ist es ein nicht außer Acht zu lassender Vorteil, Zellstoffwatten zu besitzen, deren Verschleiß auch durch wiederholtes Sterilisieren sich in Grenzen hält. Durch Verwendung der sterilisierfesten Zellstoffwatte ist es nicht mehr notwendig, angebrauchte und bereits einmal sterilisierte Watte, die sonst wegen ihres aufgelockerten und zerfaserten Zustandes für die Wundbehandlung nicht mehr verwendungsfähig wäre, also einen Materialverlust bedeuten würde, für den Klinikbetrieb auszuschalten. Außerdem besitzt ja die sterilisierfeste Zellstoffwatte gegenüber den gewöhnlichen holzfreien, gebleichten Fichtenholzzellstoffwatten auch eine weitaus bessere Saugwirkung, also eine Eigenschaft, die ebenfalls einer Ersparnis gleichkommt, denn für dieselbe Menge aufzusaugender Flüssigkeit wird ja weniger Zellstoffwattenmaterial gebraucht, je saugkräftiger dieses Material ist. Die Verwendung der sterilisierfesten Zellstoffwatte käme also indirekt einer Rohstoff- und damit Devisenersparung gleich, da ja

1. ein unnötiger Verschleiß durch mehrfaches Sterilisieren vermieden wird und
2. infolge erhöhter Saugfähigkeit zur Erzielung desselben Saugeffektes weniger Saugmaterial gebraucht wird.

Im Anschluß an diese von den Werken A, B, C und D gelieferten Zellstoffwattearten wurden noch 2 weitere Wattearten der Untersuchung auf Saugfähigkeit in sterilisiertem Zustand unterzogen, die neben der Aufgabe des rein mechanischen Absaugens von Wundsekreten durch medikamentöse Beigaben eine Therapie verfolgen. Zu diesem Zwecke sind 100 %ige Fichtenholzzellstoffwatten während des Herstellungsganges mit stark oberflächenaktiven Stof-

fen wie Aktivkohle und Kieselgel behandelt und versetzt worden zu dem Zwecke, nicht nur sekretaufsaugend, sondern auch noch toxinbindend und desodorierend zu wirken.

Da die Aufgabe der vorliegenden Arbeit darin besteht, die Saugfähigkeit sterilisierter Zellstoffwatten zu prüfen, interessiert hier lediglich die Saugfähigkeit auch dieser beiden imprägnierten Wattearten.

Bei den Vorarbeiten für die Ausführung der Versuche entwickelte die mit Aktivkohle versetzte Zellstoffwatte reichliche Kohlestaubwolken, die als feinster körniger Kohlegrus aus den Zellstofflagen herausgeklopft werden konnten, den Nießreiz anregten und sich bei der Verarbeitung den Händen als körnige rauhe Schicht auflegten. Bei den Kieselgelzellstoffwatten war eine derartige Staubentwicklung nicht zu beobachten.

Nach den Sterilisationen, die im übrigen genau so erfolgten wie bei den bisher geprüften Zellstoffwatten, unterschieden sich die beiden Zellstoffwatten in nichts von den sonstigen holzfreien Zellstoffwatten. Je höher die Sterilisationstemperatur war und je öfter sterilisiert wurde, umsomehr verloren auch diese beiden mit Aktivkohle und Kieselgel versetzten Zellstoffwatten an Zusammenhang. Auch sie faserten auf und zerfielen, aber nicht mehr oder weniger als die holzfreien gebleichten Zellstoffwatten. Bei der Weiterverarbeitung dieser Wattearten zur Ausführung der Versuche wurden die Watten mit einem Locheisen von 30 mm Durchmesser ausgestanzt. Der Aktivkohlezellstoff und der Kieselgelzellstoff setzten dieser Stanzarbeit sowohl in unsterilisiertem als auch in sterilisiertem Zustande einen großen Widerstand entgegen, der Aktivkohlezellstoff noch stärker als der Kieselgelzellstoff. Das Stanzeisen drang trotz stärkster Kraftanwendung nur sehr schwer durch die Zellstofflagen durch. Auch bei dem Versuche, diese Watten mit der Schere zu schneiden, war ungleich stärkerer Widerstend zu überwinden als bei den Zellstoffwatten ohne Aktivkohle- bzw. Kieselgelzusatz. Die Ursache kann nur in dem Zusatz begründet sein, denn die Vergleichsproben mit der Zellstoffwatte, die vom Werk E zur Herstellung der Watten mit Zusatz benutzt werden, verhielten sich wie

die bisher untersuchten nicht versetzten 100 %igen Fichtenholzzellstoffwatten.

Die Ausführung der Versuche zur Prüfung der Saug-geschwindigkeit und der Saugmenge erfolgte in gleicher Weise wie bisher. Es werden in den folgenden Tabellen gegenübergestellt:

die nicht imprägnierte 100 %ige gebleichte Fichtenholzzellstoffwatte des Werkes E,

die mit Aktivkohle und

die mit Kieselgel versetzte 100 %ige gebleichte Fichtenholzzellstoffwatte des Werkes E.

Tabelle 9: Tropfeneinsinkzeit in sec. (T. E.-Zahl)) für sterilisierte Zellstoffwatte.

Werk E.

	Holzfr. gebl. ohne Zusatz	Holzfr. gebl. mit Aktivkohle versetzt	Holzfr. gebl. mit Kieselgel versetzt
Unsteril	sofort	sofort	sofort
100 °			
1mal	0,8	sofort	0,82
2mal	0,8	sofort	0,9
5mal	1,0	sofort	1,22
10mal	1,48	sofort	1,28
105 °			
1mal	0,84	sofort	0,88
2mal	0,9	sofort	0,9
5mal	1,04	sofort	1,26
10mal	1,44	sofort	1,29
110 °			
1mal	0,95	sofort	0,9
2mal	0,95	sofort	1,1
5mal	1,39	sofort	1,2
10mal	1,55	sofort	1,28
120 °			
1mal	0,95	sofort	0,91
2mal	0,98	sofort	1,1
5mal	1,44	sofort	1,15
10mal	1,58	sofort	1,3

Die in Tabelle 9 für die Tropfeneinsinkzeiten gefundenen Werte für die nicht versetzten holzfreien 100 %igen Fichtenholzzellstoffwatten des Werkes E liegen günstiger als für die gleichen Watten der Werke A, B, C und D. Dies drückt sich darin aus, daß die Watte des Werkes E auch nach mehrfacher Sterilisation und nach Anwendung höherer Sterilisationstemperaturen bei weitem weniger Zeit braucht, um den Tropfen einsinken zu lassen. Ueberhaupt ist auffällig, daß die Tropfeneinsinkzeiten sich nur unwesentlich erhöhen, wenn die Watte von 1mal bei 100° auf 10mal bei 120° sterilisiert werden. Ein Tropfen braucht unter diesen Umständen nur das Doppelte an Zeit, um einzusinken, gegenüber dem 8-fachen, das ein Tropfen der gleichen Watte des Werkes A braucht, um aufgesogen zu werden. Auffällig ist ferner, daß sich die Tropfeneinsinkzeiten kaum ändern, gleich, ob man 10mal bei 100° oder 10mal bei 120° sterilisiert hat.

Die mit Aktivkohle versetzten Zellstoffwatten besitzen sowohl unsterilisiert als auch sterilisiert eine Tropfeneinsinkzeit von 0, d. h. der Tropfen wird sofort eingesogen, und es ist wohl sicher, daß diese Wirkung auf der großen Oberflächenaktivität der dem Zellstoff beigegebenen Kohle beruht. Nur die sterilisierfeste Watte des Werkes A kommt in ihrer Saugwirkung, gemessen durch die Tropfeneinsinkzeit, der Aktivkohle-Zellstoffwatte gleich.

Die mit Kieselgel behandelte Watte des Werkes E besitzt fast die gleiche Tropfeneinsinkzeit wie die nicht imprägnierte Watte des Werkes E.

Es geht daraus hervor, daß:

1. die mit Aktivkohle versetzte Watte des Werkes E am aufsaugebereitesten ist und der sterilisierfesten Watte des Werkes A gleichkommt,

2. die mit Kieselgel versetzte Watte die gleiche Aufsaugebereitschaft besitzt wie die nicht vorbehandelte Watte des Werkes E,

3. die holzfreie gebleichte Watte des Werkes E im ganzen aufsaugebereiter ist als die gleiche Watte des Werkes A.

Wie sich die sterilisierten Zellstoffwatten des Werkes E mengenmäßig in ihrer Saugfähigkeit verhalten, geht aus Tabelle 10 hervor.

Tabelle 10: Aufsaugfähigkeit in ccm (= g) in 5 sec., 30 sec. und in 3 Minuten.

Werk E.	Holzfrei gebl. nicht vorbehandelt			Holzfrei gebl. mit Aktivkohle versetzt			Holzfrei gebl. mit Kieselgel versetzt		
In sec.	5	30	180	5	30	180	5	30	180
Unsteril	11,0	24.0	46,8	20.0	37,0	71,3	9,0	22,0	45,5
100 °									
1mal	5,1	17,1	37,2	20.0	41,0	78,0	8,0	20,0	42,0
2mal	4,3	14,5	34,4	16.0	34,0	64,0	6,0	17,0	38,5
5mal	4,0	14,3	33,0	16,0	34,0	65.0	4,8	15,8	36,0
10mal	4,0	12,9	31,8	15,3	33,3	64,5	4,7	16,0	35,0
105 °									
1mal	4,7	16,5	36,5	20,0	40,3	76 3	6,5	18,0	40,0
2mal	4,3	14,3	33,1	16,0	34,0	64,0	6,2	17,2	39,2
5mal	3,6	13,4	31,8	16,0	34,0	64,9	4,2	15,0	34,0
10mal	3,8	12,4	30,7	15.0	33,0	65,0	4,5	15,5	34,3
110 °									
1mal	4,8	15,9	35,5	19,6	39,6	75.6	6,3	17,8	39,6
2mal	4,1	14,2	32,8	16,1	33,9	63,9	6,0	16,9	37,9
5mal	3,5	14,0	32,1	16.0	33,5	64,3	4,1	14,6	33,7
10mal	3,5	11,5	29,5	15,0	33,0	64,0	4,5	15,4	34,2
120 °									
1mal	4,5	15,5	34,5	18,8	38,0	72.0	6,8	17,8	39,3
2mal	3,8	13,9	31,9	15,8	33,6	63,0	5,5	16,5	37,5
5mal	3,2	12,2	30,0	16,1	33,6	64,1	4 0	14,5	33,2
10mal	3,5	11,0	28.5	16,0	33,0	64,0	4,2	15,0	34,0

Wie schon Tabelle 9, so bestätigt auch Tabelle 10, daß die nicht mit Aktivkohle- bzw. Kieselgel versetzte holzfreie gebleichte Watte des Werkes E eine bessere Saugfähigkeit gegenüber der gleichen Watte des Werkes A besitzt.

Während die Watten der Werke A und E in unsterilisiertem Zustande annähernd die gleiche Saugfähigkeit haben, ändert sich diese durch den Sterilisationsprozeß. Nach 1maliger Sterilisation in 100° verliert die Watte des Werkes A in 5 Sekunden bzw. in 30 Sekunden bzw. 3 Minuten 33 v.H. bzw. 25 v.H. bzw. 10 v.H. an Saugfähigkeit, die Watte

des Werkes E verliert 50 v.H. bzw. 25 v.H. bzw. 20 v.H. Nach einmaliger Sterilisation in 120° verliert die Watte des Werkes A 50 v.H. bzw. 33 v.H. bzw. 30 v.H. und die des Werkes E 60 v.H. bzw. annähernd 40 v.H. bzw. 25 v.H., und nach 10-maliger Sterilisation in 120° erleidet die Watte des Werkes A einen Verlust an Saugfähigkeit von 100 v.H. bzw. 95 v.H. bzw. 66 v.H. und die des Werkes E 66 v.H. bzw. über 50 v.H. bzw. 40 v.H.

Gerade die letztgenannten Werte zeigen, wie Tabelle 10 beweist, daß die Watte des Werkes E durch mehrfaches Sterilisieren in ihrer Saugleistung nicht so sehr eingeschränkt wird wie die bisher geprüften Watten der Werke A, B, C und D, oder mit anderen Worten: die holzfreie, gebleichte Watte des Werkes E ist sterilisierbeständiger als die gleichen Watten der Werke A, B, C und D. Immerhin ist sie nicht so saugkräftig wie die sterilisierfeste Watte des Werkes A, die mit Werten um 40 ccm herum auch unter den stärksten Sterilisationsmaßnahmen — wie sie 10-maliges Sterilisieren bei 120° darstellen — nur einen Verlust an Saugfähigkeit von nur 10 v.H. gegenüber dem unsterilisierten Zustand erleidet.

Ganz andere bisher in diesen Höhen noch nicht erreichte Werte liefert uns die mit Aktivkohle versetzte Zellstoffwatte. Diese vermag in 3 Min. 65—70 v.H. der ihr überhaupt angebotenen Flüssigkeitsmenge aufzusaugen, während die sterilisierfeste Watte des Werkes A 40 bis höchstens 45 v.H. aufzusaugen vermag. Es tritt also bei der mit Aktivkohle versetzten Zellstoffwatte zu der an und für sich guten Saugkraft des Zellstoffs noch die erhöhte Saugfähigkeit der beigegebenen Kohle, die dadurch eine riesige Oberflächenvergrößerung und damit die stärkere Saugkraft bewirkt. Dieser hervorragende Saugeffekt wird auch, wie Tabelle 10 zeigt, durch wiederholtes Sterilisieren nicht oder nur gering beeinträchtigt. So verliert die Aktivkohlezellstoffwatte nur 10 v.H. ihres Saugvermögens durch 10-maliges Sterilisieren auf 120°. Dieser Verlust von 10 v.H. ist im Vergleich zu der aufgesogenen Menge von 64 ccm unerheblich. Die sterilisierfeste Watte des Werkes A verliert gegen den unsterilisierten Zustand nach 10-maliger Sterilisation in 120° ebenfalls nur 10 v.H. an

Saugfähigkeit. Allerdings erreichen die Mengen, die von der sterilisierfesten Watte überhaupt aufgesogen werden können, mit fast 40 ccm nicht die Höhe der mit Aktivkohle versetzten Zellstoffwatte. Damit wäre die Aktivkohle-Zellstoffwatte die saugfähigste unter allen bisher zur Verfügung stehenden Watten. Allerdings müßte man dann bei Anwendung dieser Watteart den beim Verbinden auftretenden Kohlestaub mit in Kauf nehmen, abgesehen davon, daß das Aussehen dieser schiefergrauen Zellstoffwatte vielleicht stören könnte. Letzteres wäre aber durchaus nicht entscheidend. Entscheidend ist nur die Wirksamkeit der Watte, d. h. im Rahmen dieser Arbeit die Aufsaugfähigkeit.

Die Kieselgel-Watte hat, wie der Vergleich mit der reinen Watte auf Tabelle 10 zeigt, durch diesen Zusatz eine geringe Steigerung der Saugfähigkeit von etwa 10 v. H. erfahren.. Im nicht sterilisiertem Zustand saugen die reine und die mit Kieselgel behandelte Watte annähernd die gleichen Mengen auf. Letztere ist zwar gegen die nicht vorbehandelte Watte saugkräftiger, nicht aber gegen die sterilisierfeste Watte des Werkes A, die ihrerseits nach der Sterilisation sich im ganzen saugkräftiger erweist.

Beide Watten, die Kieselgel-Watte und die sterilisierfeste Watte leisten unsterilisiert in ihrer Saugfähigkeit das Gleiche, nämlich 45 ccm. Auch nach 1-maliger Sterilisation in 100 °, 105 °, 110 ° und 120 ° sind die aufgesogenen Mengen annähernd gleich.. Nach mehrfacher Sterilisation jedoch verliert die Kieselgel-Watte mehr von ihrer Saugkraft als die sterilisierfeste Watte. So erleidet sie gegen den unsterilisierten Zustand nach 10-maliger Sterilisation in 120 ° einen Verlust von 20 v. H. ihrer Saugfähigkeit, während die sterilisierfeste Watte des Werkes A unter den gleichen Sterilisationsbedingungen etwa 12 v. H. einbüßt.

Zusammenfassend ist das Ergebnis dieser Untersuchungen:

1. Es ist dringendst eine Normung der Zellstoffverbandwatten anzustreben, nicht nur in Bezug auf die Zusammensetzung der Watten, sondern besonders auch auf ihre Saugwirkung.

2. Nicht alle Zellstoffwatten eignen sich für die Verwendung in der Wundbehandlung. Es ist bisher noch nicht möglich, die reine, d. h. 100 %ige Fichtenholzzellstoffwatte durch Holzschliffzusatz oder durch Zusatz von Buchenholzzellstoff oder durch reinen Buchenholzzellstoff zu ersetzen, so sehr dies aus Gründen der Deviseneinsparung und für den Vierjahresplan erwünscht wäre.

3. Die reinen, d. h. 100 %igen Fichtenholzzellstoffwatten sind in ihrer gebleichten Form aufsaugkräftiger und daher der ungebleichten Form vorzuziehen.

4. Von den reinen 100 %igen Fichtenholzzellstoffwatten hat sich die sterilisierfeste gebleichte Form als weitaus am besten erwiesen.

5. Es hat sich herausgestellt, daß von den beiden zur Untersuchung stehenden mit Aktivkohle- bzw. Kieselgel versetzten Zellstoffwatten die Aktivkohle-Zellstoffwatte am saugfähigsten ist. Diese ist in ihrer Saugwirkung noch stärker als die sterilisierfeste Watte, während die mit Kieselgel versetzte Watte besser saugt als die nicht versetzte Watte, aber schlechter als die sterilisierfeste.

Vorliegende Arbeit wurde auf Veranlassung von Herrn Professor Stahl ausgeführt. Herr Professor Stahl hat sich als Obmann des Ausschusses für Verbandstoffe im Fachausschuß Krankenhaus des Deutschen Gemeindetages mit dieser Frage zu beschäftigen gehabt. Ich danke Herrn Professor Stahl für die Bereitwilligkeit, durch die mir die Durchführung der umfangreichen Sterilisationen ermöglicht wurde. Ferner danke ich Herrn Professor Stahl für die Uebernahme des Referates.

Lebenslauf

Am 26. April 1907 wurde ich, Kurt Otto Fritz Gustav Perlick, als Sohn des Postinspektors Albert Perlick und seiner Ehefrau Emma, geb. Riwoldt, in Berlin-Neukölln geboren. Vom 6. Lebensjahr an bis Ostern 1923 war ich Schüler des Paulsen-Realgymnasiums zu Berlin-Steglitz und erlernte dann in zweijähriger Lehrzeit das Bankfach. Von Ostern 1925 an besuchte ich wieder das Paulsen-Realgymnasium und erhielt 1928 das Reifezeugnis, um dann an der Universität Berlin Medizin zu studieren. Im Mai 1931 bestand ich das Vorexamen und im Mai 1934 die ärztliche Prüfung vor dem Prüfungsausschuß Berlin mit „gut".

Das praktische Jahr absolvierte ich auf der chirurgischen Abteilung des Auguste-Viktoria-Krankenhauses Berlin-Schöneberg und auf der inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Stolp in Pommern. Am 14. Mai 1935 erhielt ich die Approbation als Arzt und arbeitete bis zum 31. Dezember 1936 auf der chirurgischen und inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Stolp. Am 1. Januar 1937 ließ ich mich als praktischer Arzt in Seehof bei Pennekow im Kreis Schlawe nieder, wo ich auch jetzt noch praktiziere.